



วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiofos ในมะเขือยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2

Residue Trial of Prothiofos in Egg Plant to Establish Maximum Residue Limit (Trial 1 and 2)

จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันต์บุรณม์ สุพัตรี หนูสังข์ บุญทวีศักดิ์ บุญทวี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของ prothiofos ในมะเขือยาว ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลอง ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองในแปลงมะเขือยาวของเกษตรกรที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม - มีนาคม 2553 การทดลองครั้งที่ 2 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2553 แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลองย่อย ได้แก่ แปลงควบคุม (ไม่พ่น prothiofos) และแปลงที่พ่น prothiofos ตามอัตราแนะนำ (50 ml./น้ำ 20 L) ทำการพ่น prothiofos ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละครั้งจำนวน 3 ครั้ง เก็บผลผลิตที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากพ่นครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บมะเขือยาวตามระยะเวลาที่กำหนด และนำเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiofos ด้วย GC/FPD จากการทดลองครั้งที่ 1 พบปริมาณ 0.49, 0.31, 0.10, 0.07, 0.04, 0.06, 0.01 และ 0.01 mg/kg และการทดลองครั้งที่ 2 พบปริมาณ 0.59, 0.18, 0.07, 0.03, ND, ND, ND และ ND mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 2, 5, 7, 9, 12, 14 และ 18 วันตามลำดับ จากผลากำหนดให้เก็บผลผลิตหลังการพ่น prothiofos 14 วัน prothiofos ตกค้างมีปริมาณ 0.01 และ ND mg/kg (การทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้ จากการสลายตัวของสารทดลองครั้งที่ 1 ที่ระยะเก็บเกี่ยว (pre-harvest interval; PHI) พบปริมาณ 0.01 mg/kg ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดของการตรวจวิเคราะห์ที่ได้ที่มีความถูกต้องและแม่นยำ และเป็นค่าต่ำสุดที่กำหนดจากประเทศผู้นำเข้าที่ให้มีได้ในสินค้า ส่วนการสลายตัวของสารทดลองครั้งที่ 2 ไม่พบสารตกค้างตั้งแต่ที่ 9 วัน เกษตรกรสามารถเก็บมะเขือยาวได้เมื่อถึงระยะเวลาหลังจากพ่นครั้งสุดท้าย 14 วัน ส่วนค่าที่บอกถึงความปลอดภัยต่อการบริโภค เป็นค่าที่ได้จากการประเมินการได้รับสัมผัสในอาหารซึ่งประกอบด้วย การได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันและการได้รับสัมผัสแบบเรื้อรัง จากการทดลองนี้เมื่อคำนวณการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันของมะเขือยาวที่มี prothiofos ตกค้าง (ที่เวลา 14 วัน) ปริมาณ 0.01 mg/kg มีความปลอดภัยต่อการบริโภคไม่เกิดอาการเฉียบพลันจากสารพิษตกค้าง prothiofos แต่การได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังจะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมมากกว่านี้ จึงจะประเมินได้ ซึ่งค่าทั้ง 2 นี้ จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของ Codex, Asean และ National ต่อไป จากการทำการทดลองได้การสลายตัวของ prothiofos มีอัตราการลดลง 0.2425 และ 0.4288 mg/kg/d. ของการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้สุ่มสำรวจมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จำนวน 41 ตัวอย่าง จากจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี



สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate 23 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 ชนิด ตรวจพบสารพิษตกค้าง 15 ชนิด ปริมาณ 0.01 – 0.96 mg/kg จำนวน 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 71 ได้แก่ cypermethrin ปริมาณ 0.01 – 0.96 mg/kg จำนวน 22 ตัวอย่าง methidathion ปริมาณ 0.08 – 0.31 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง แต่ 5 ตัวอย่างของ cypermethrin และ 1 ตัวอย่างของ methidathion พบสารพิษตกค้างเกินค่า Codex MRL chlorpyrifos ปริมาณ 0.01 – 0.02 mg/kg จำนวน 7 ตัวอย่าง ethion ปริมาณ 0.01 – 0.29 mg/kg จำนวน 7 ตัวอย่าง omethoate ปริมาณ 0.02 – 0.47 mg/kg จำนวน 6 ตัวอย่าง dimethoate ปริมาณ 0.01 – 0.03 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง EPN ปริมาณ 0.06 – 0.10 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง diazinon ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง triazophos ปริมาณ 0.06 – 0.34 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง dicrotofos ปริมาณ 0.09 – 0.13 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง profenofos ปริมาณ 0.12 – 0.13 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง deltamethrin ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง fenvalerate ปริมาณ 0.07 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง L-cyhalothrin ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง และพบ prothiofos ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง

คำนำ

Prothiofos เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดออร์แกนอโฟสฟอรัส โดยมี Sulphur เป็นองค์ประกอบทำให้สารชนิดนี้มีกลิ่นเฉพาะ มีชื่อทางเคมีตามระบบ IUPAC ว่า 0-2,4-dichlorophenyl o-ethyl s-propyl phosphorodithioate มีชื่อทางการค้าว่า โทกูไธออน (Tokuthion) มีน้ำหนักโมเลกุล 345.2 จุดเดือด 125-128 °C /13Pa สามารถละลายน้ำได้ 0.07 mg/l (20°C)

Prothiofos เป็นสารยับยั้งการทำงานของ cholinesterase (cholinesterase inhibitor) เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและออกฤทธิ์ในกระเพาะอาหาร ป้องกันกำจัดหนอนกินใบ, เพลี้ยไฟ เป็นต้น มีความเป็นพิษทางปาก (การกิน) LD₅₀ สำหรับหนู 1,390-2,200 mg/kg มีค่า ADI/ARfD (acute daily intake / acute reference dose) 0.0001 mg/kg bw และ WHO จัดระดับความเป็นพิษอยู่ใน Class II

ความเป็นพิษในสิ่งแวดล้อมสำหรับนก acute LD₅₀ สำหรับ Japanese quail 100-200 mg/kg ปลา LC₅₀ (96 h) สำหรับ golden orfe 4-8, rainbow trout 0.5-1 mg/l (500 g/l EC formulation) Daphnia LC₅₀ (48h) 0.014 mg/l สำหรับ ErC₅₀ สำหรับ *Scenedesmus subspicatus* 2.3 mg/l และไม่เกิดพิษต่อผึ้งเมื่อใช้ตามคำแนะนำ ในสัตว์ทดลองถ้าได้รับสารจะถูกดูดซึมและเกิด metabolise อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้น 72 ชั่วโมง 98% ของปริมาณสารที่ได้รับจะถูกขับออกจากร่างกาย (excrete) prothiofos จะถูกจับอย่างแข็งแรงในดินโดยมี DT₅₀ 1-2 เดือน (สภาพแปลงทดลอง) และจะเกิดปฏิกิริยาจนกลายเป็น CO₂ ในที่สุด ส่วนในพืชเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับในดิน (BCPC, 2003)

มะเขือยาวเป็นพืชผักที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Solanum melongena* อยู่ใน Family Solanaceae มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น eggplant ใช้เรียกใน USA , ออสเตรเลีย, นิวซีแลนด์และแคนาดา aubergine ใช้เรียกใน อังกฤษ brinjal ใช้เรียกในอินเดีย แอฟริกาใต้ มาเลเซีย และสิงคโปร์ มะเขือยาวมีต้นกำเนิดจาก



ประเทศเนปาล อินเดีย บังคลาเทศ ปากีสถาน และศรีลังกา มะเขือยาวผลดิบมีรสขมเล็กน้อย มะเขือยาวมีหลายสีตั้งแต่สีเหลือง เขียว ม่วงแดง ถึงม่วงเข้ม แล้วแต่พันธุ์ต่างๆ และมีหลายรูปทรงทั้งทรงรีแบบไข่, ผอมยาว แต่มะเขือยาวมีเมล็ดขนาดเล็กและนุ่มสามารถบริโภคได้ ใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิดได้แก่ ผัด ทอด แกง ในครัวอาหารของอินเดีย เรียกมะเขือยาว (brinjal) ว่าเป็น 'King of Vegetables' ประเทศจีน อินเดียและอียิปต์ปลูกได้มากที่สุด มะเขือเทศ พริก และมันฝรั่งเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับมะเขือ มะเขือยาวมีสาร nicotinoid สารต้านอนุมูลอิสระและเป็นพืชผักที่ให้ folic acid และโปแตสเซียม (Wikipedia) แมลงศัตรูของมะเขือยาวได้แก่ เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi*) หนอนเจาะผลมะเขือ (*Leucinodes orbonalis*) เพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttula biguttula*) (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) และมีโรคหลายชนิด ได้แก่ โรคโคนเน่า โรคเหลืองต่างลาย โรคต้นและใบแห้งไหม้ โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) และโรคผลเน่าดำ (Fruit rot) (คลินิกพืช)

ประเทศไทยเป็นประเทศสมาชิกของคณะกรรมการ Codex จึงให้มีศึกษาการสลายตัวของ prothiofos ในมะเขือยาวโดยดำเนินการศึกษาในแปลงทดลองตามวิธีการใช้วัตถุอันตรายอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นพร้อมสำหรับการกำหนดค่า MRL ในสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของประเทศไทย เพื่อนำไปประกอบการพิจารณายอมรับและต่อรองกับคณะกรรมการระหว่างประเทศ ในกลุ่ม Asean และพิจารณาค่า maximum residue limits (MRL) เป็นการรักษามาตรฐานประโยชน์ในการค้าสินค้าเกษตรระหว่างประเทศ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะใช้ในการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมทั้งการใช้วัตถุอันตรายที่ถูกต้องและปลอดภัย

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลง prothiofos ชนิด 50% EC มีชื่อการค้า ไตกูโรออน 50%อีซี
2. สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphate 23 ชนิด ได้แก่ DDVP, omethoate, dicrotophos, monocrotophos, pirimiphos-methyl, parathion-methyl, malathion, parathion, methidathion, ethion, triazophos, phosalone, diazinon, methamidophos, mevinphos, dimethoate, chlorpyrifos, pirimiphos-ethyl, fenitrothion, prothiophos, azinphos-ethyl, EPN และ profenofos
 สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, L-cyhalothrin และ permethrin
 สารมาตรฐานกลุ่ม endosulfan 3 ชนิด ได้แก่ a-endosulfan, b-endosulfan และ endosulfan-sulfate
3. สารเคมี
 - 3.1 ethyl acetate (AR, PR grade)
 - 3.2 sodium sulphate ชนิด anhydrous granular ขนาดเม็ด 12-60 mesh ก่อนใช้ต้องอบที่อุณหภูมิ 130 °C นาน 24 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นใน desiccator
 - 3.3 acetone (AR และ PR grade)



- 3.4 dichloromethane (AR และ PR grade)
- 3.5 hexane (AR และ PR grade)
- 3.6 silica gel
4. เครื่องหั่นและผสมอาหาร (Food Processor)
5. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ flat bottom flask, volumetric flask, reagent bottle, pipet, เป็นต้น
6. เครื่องสกัดวัตถุดิบพืชโดยการปั่น (homogenizer)
7. เครื่องเขย่าสาร (Shaker)
8. เครื่องระเหยสารละลาย (Rotary vacuum evaporator)
9. Vortex mixer
10. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด (electronic balance) สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0.00001 g.
11. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบหยาบ (electronic balance) สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0.01 g.
12. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุดิบพืช gas liquid chromatograph (GLC) ที่มีหัวตรวจ (detector) ชนิด flame photometric detector (FPD) และชนิด electron capture detector (ECD)

วิธีการ

ในการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiofos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. การดำเนินงานในแปลงทดลอง

1.1 การวางแผนการทดลองและการทำแปลงทดลอง คัดเลือกและทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลอง ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือน มกราคม-มีนาคม 2553

การทดลองครั้งที่ 2 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือน มีนาคม - เมษายน 2553

ทำการทดลองตาม Supervised residue trial (FAO, 2002) แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลอง คือ

- แปลงเปรียบเทียบ (Control) เป็นแปลงที่ไม่ใช้ prothiofos
- แปลงที่พ่น prothiofos ตามอัตราแนะนำตามฉลาก (recommended dose) คือ 50 ml ต่อน้ำ 20 L แต่ละแปลงทดลองมี 3 ซ้ำ (replication) การทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มี 8 วิธีการ (treatment) คือ ระยะเวลาเก็บหลังการพ่น prothiofos ครั้งสุดท้ายได้แก่ 0, 2, 5, 7, 9, 12, 14 และ 18 วัน

การเก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแปลงทดลองในแต่ละวันที่กำหนดตามระยะเวลาต่างๆ หลังการพ่นวัตถุดิบพืชครั้งสุดท้าย โดยเก็บมะเขือยาวแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงให้ได้ 12 ลูก และมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 2 kg

1.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiofos ในมะเขือยาว

1.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เข้าเครื่องหั่นและผสมอาหาร (food processor) ปั่นให้ละเอียด คลุกเคล้าให้เข้ากัน และชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 25 g



1.2.2 การสกัดตัวอย่าง (ตามวิธีการ Greve และ Hogendoorm, 1998)

ตัวอย่างมะเขือยาว 25 g นำมาสกัดโดยปั่นกับ ethyl acetate และ sodium sulfate ด้วยเครื่องปั่น homogenizer ที่ระดับความเร็วสูงนาน 1 นาที กรองผ่าน sodium sulfate นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรที่อุณหภูมิของน้ำ 40°C ลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate นำไปวิเคราะห์ด้วย GC ต่อไป

1.2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

i) เตรียมสารละลายมาตรฐานของ prothiofos ที่มีความบริสุทธิ์ 94 % ใน ethyl acetate (PR grade) ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 µg/ml

ii) เจือจาง stock standard solution ที่มีความเข้มข้น 100 µg/ml เป็น intermediate standard solution และเจือจางเป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GLC

1.2.4 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐาน ของ prothiofos (working standard solution) ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ฉีดเปรียบเทียบกันด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์หัวตุมมีพิษด้วย GC รายละเอียดดังนี้

GC model	:	Agilent 6890N
Column	:	HP -1701P : 0.25 um film thickness ,30 m. length , 0.32 mm.id.
Temperature	:	injector 200°C , detector , 250°C
Oven temperature program	:	100°C (1 min) $\xrightarrow{20^\circ\text{C}/\text{min}}$ 200°C (5 min) $\xrightarrow{15^\circ\text{C}/\text{min}}$ 250°C (11 min)
Inject mode	:	splitless (purge on time = 1 min)
Carrier gas	:	helium , flow rate 1 ml/min
Make up gas	:	nitrogen, flow rate 15 ml/min
H ₂ /Air ratio	:	75/150 ml/min
Injection volume	:	1 ul

หลังจากฉีดสารละลายมาตรฐานของ prothiofos (working standard solution) 5 ระดับความเข้มข้น นำค่าพื้นที่ใต้ peak และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน prothiofos มาสร้างเป็นกราฟเส้นตรง (calibration curve) โดยมี $R^2 > 0.995$ คำนวณปริมาณของสารพิษตกค้าง prothiofos จาก calibration curve ด้วยการนำค่าพื้นที่ใต้ peak ของสารที่ตรวจวิเคราะห์ไปอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟ

2. การดำเนินการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย

เก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จากจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาครรวมทั้งหมด จำนวน 41 ตัวอย่าง ๆ ละ 1 kg ระหว่าง มกราคม - กันยายน 2553 นำมาสกัดและตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiofos และสารชนิดอื่นในกลุ่ม organophosphate



pyrethroid และ endosulfan โดยมีการเตรียมตัวอย่าง การสกัดตัวอย่าง และการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างดังนี้

2.1 การสกัดตัวอย่าง (Modified Steinwandter, 1985)

ชั่งตัวอย่างมะเขือยาวที่มีการเตรียมตัวอย่าง 25 g. เติม acetone และปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาทีและเติม dichloromethane และ sodium sulphate ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที กรองสารละลายผ่าน Na_2SO_4 และแบ่งปริมาตร 50 ml. นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate 5 ml. แบ่งออก 2 ml. ส่วนที่เหลือนำไปฉีด GC-FPD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม organophosphate ส่วนที่แบ่งออก 2 ml. นำไปลดปริมาตรจนแห้ง เปลี่ยนใช้ mixture ของ hexane : dichloromethane ละลาย นำไป clean up ด้วย silica 1 g. ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% โดย elute ด้วย hexane : dichloromethane 4:1 5 ml. และ hexane : dichloromethane 1:1 10 ml. นำปริมาตรทั้งหมดที่ได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย hexane 2 ml. ฉีดด้วย GC-ECD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan

2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

2.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของสารกลุ่ม organophosphate 23 ชนิด ใน ethyl acetate (PR grade) สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 ชนิด เตรียมใน iso-octane ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 $\mu\text{g/ml}$

2.2.2 mix stock standard solution แยก 2 กลุ่มตามชนิดของ solvent และเจือจางให้มีความเข้มข้นประมาณ 50-100 $\mu\text{g/ml}$ เป็น intermediate standard solution

2.2.3 เจือจาง intermediate standard solution เป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC

2.3 การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างด้วย GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐานแต่ละกลุ่มฉีดเปรียบเทียบกันด้วย GC ดังนี้

สารกลุ่ม organophosphate ใช้ GC ที่มี detector เป็น FPD

สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ใช้ GC ที่มี detector เป็น ECD

GC model : Agilent 6890 N

Column (FPD) : HP-1701 (14%-Cyanopropylphenyl-86%-Dimethylsiloxane)
0.25 μm film thickness, 30 m. length, 0.32 mm.id.

(ECD) : Ultra 1 0.17 μm filter thickness, 25m length, 0.32 mm id.

Temperature : injector 200°C, detector, 250°C

Oven temperature program :

100°C (1 min) $\xrightarrow{20^\circ\text{C/min}}$ 200°C (5 min) $\xrightarrow{15^\circ\text{C/min}}$ 250°C (11 min)

Inject mode : splitless (purge on time = 1 min)

Carrier gas : helium, flow rate 1 ml/min



Make up gas : nitrogen, flow rate 15 ml/min
H₂/Air ratio (FPD) : 75/150 ml/min
Injection volume : 1 ul

ระยะเวลา เริ่มต้น : ตุลาคม 2552 สิ้นสุด : กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

ทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลองดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2553

การทดลองครั้งที่ 2 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2553

และตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

มะเขือยาวที่ไม่พ่น prothiofos (control) ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง มะเขือยาวที่พ่น prothiofos โดยใช้อัตราแนะนำ คือ 50 ml ต่อน้ำ 20 L หลังจากพ่นครั้งสุดท้ายนำมะเขือยาวมาตรวจวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiofos ในมะเขือยาวลดลงตั้งแต่ 0 วัน การทดลองที่ 1 ลดลงจาก 0.49, 0.31, 0.10, 0.07, 0.04, 0.06, 0.01 และ 0.01 mg/kg และการทดลองที่ 2 ลดลงจาก 0.59, 0.18, 0.07, 0.03, ND, ND, ND และ ND mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 2, 5, 7, 9, 12, 14 และ 18 วันตามลำดับ

เนื่องจากมะเขือยาวเป็นพืชทรงพุ่ม ผลที่เกิดขึ้นจะห้อยตามส่วนต่างๆ บางครั้งอยู่ด้านบนนอกพุ่ม บางครั้งอยู่ใต้พุ่ม การฉีดพ่นวัตถุมีพิษอาจไม่ทั่วถึงและผิวของมะเขือยาวมีความมัน เมื่อนำปริมาณสารตกค้างไป plot กราฟกับระยะเวลาเก็บมะเขือยาวจะได้สมการ regression ซึ่งเป็นลักษณะ exponential พบอัตราการสลายตัวของ prothiofos เท่ากับ 0.2425 mg/kg/วัน ของการทดลองครั้งที่ 1 (ภาพที่ 1) และ 0.4288 mg/kg/วัน ของการทดลองครั้งที่ 2 (ภาพที่ 2) การสลายตัวของ prothiofos มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บเกี่ยว ถ้าทิ้งระยะเวลานานมากขึ้นปริมาณสารตกค้างจะลดลงตามลำดับเช่นเดียวกับวัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ ประเภทถูกตัวตาย แต่เนื่องจาก Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ prothiofos ไว้ (FAO and WHO, 2010) ซึ่งปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะปลอดภัยที่วันเก็บเกี่ยว (PHI) ที่เวลา 14 วัน พบปริมาณสารพิษตกค้าง 0.01 และ ND mg/kg จากการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จากที่ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าที่ระยะเวลาเก็บผลผลิตมีปริมาณสารพิษตกค้างเกิน Codex MRL หรือไม่ ค่า MRL ได้จากข้อมูลของการทำแปลงทดลองเป็นหลัก ส่วนค่าที่บอกถึงความปลอดภัยต่อการบริโภค เป็นค่าที่ได้จากการประเมินการได้รับสัมผัสในอาหารซึ่งประกอบด้วย การได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันและการได้รับสัมผัสแบบเรื้อรัง โดยนำปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในพืชนั้นคำนวณกับการบริโภคใน 1 วัน หรือการบริโภครวม และน้ำหนักตัวเฉลี่ย ประเมินทั้งในเด็กและประชาชนทั่วไป ซึ่งจากการทดลองนี้เมื่อคำนวณการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันของมะเขือยาวที่มี prothiofos ตกค้าง (ที่เวลา 14 วัน) ปริมาณ 0.01 mg/kg มีความปลอดภัยต่อการบริโภคไม่เกิดอาการเฉียบพลันจากสารพิษตกค้าง prothiofos แต่การได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังจะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติม



มากกว่านี้ จึงจะประเมินได้ ซึ่งค่าทั้ง 2 นี้จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของ Codex, Asean และ National ต่อไป

นอกจากนี้ได้สุ่มสำรวจมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 41 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate 23 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 ชนิด ตรวจพบสารพิษตกค้าง 15 ชนิด ปริมาณ 0.01 – 0.96 mg/kg จำนวน 29 ตัวอย่างคิดเป็น ร้อยละ 71 ได้แก่ cypermethrin ปริมาณ 0.01 – 0.96 mg/kg จำนวน 22 ตัวอย่าง methidathion ปริมาณ 0.08 – 0.31 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง แต่ 5 ตัวอย่างของ cypermethrin และ 1 ตัวอย่างของ methidathion พบสารพิษตกค้างเกินค่า Codex MRL chlorpyrifos ปริมาณ 0.01 – 0.02 mg/kg จำนวน 7 ตัวอย่าง ethion ปริมาณ 0.01 – 0.29 mg/kg จำนวน 7 ตัวอย่าง omethoate ปริมาณ 0.02 – 0.47 mg/kg จำนวน 6 ตัวอย่าง dimethoate ปริมาณ 0.01 – 0.03 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง EPN ปริมาณ 0.06 – 0.10 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง diazinon ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 3 ตัวอย่าง triazophos ปริมาณ 0.06 – 0.34 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง dicrotophos ปริมาณ 0.09 – 0.13 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง profenofos ปริมาณ 0.12 – 0.13 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง deltamethrin ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 2 ตัวอย่าง fenvalerate ปริมาณ 0.07 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง L-cyhalothrin ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง และพบ prothiofos ปริมาณ 0.01 mg/kg จำนวน 1 ตัวอย่าง สารบางชนิด Codex ไม่กำหนดค่า MRL เช่น omethoate triazophos dicrotophos prothiofos เป็นต้น และบางชนิดถอนค่าที่กำหนดไว้เดิม ได้แก่ ethion นอกจากนี้ พบสารพิษตกค้างถึง 15 ชนิด แสดงให้เห็นว่า มะเขือยาวเป็นพืชที่มีโรคและแมลงมาก ต้องมีการดูแลรักษาอย่างดีและถ้าเกษตรกรปลูกให้ได้มะเขือยาวที่สามารถขายในตลาดหรือแหล่งจำหน่ายอื่นๆได้ เกษตรกรต้องใช้วัตถุอันตรายหลายชนิด ประกอบกับมะเขือยาวเป็นพืชที่ไม่ได้เก็บผลผลิตในครั้งเดียว เกษตรกรจะเก็บผลผลิตทุก 4 – 6 วัน การใช้วัตถุอันตรายจะต้องมีการวางแผนอย่างดีและใช้สารที่มีระยะปลอดภัยต่อการเก็บเกี่ยว จึงจะไม่พบสารพิษตกค้างมากชนิดเช่นนี้ ส่วนของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2553) แนะนำให้ใช้ prothiofos และ cypermethrin ในการกำจัดเพลี้ยไฟ หนอนเจาะผลมะเขือ ในมะเขือยาว ส่วนสารพิษตกค้างอีก 13 ชนิดที่พบ เช่น EPN และ ethion ไม่มีกำหนดในฉลาก แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรไม่ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามที่ฉลากกำหนด และพบสารพิษตกค้างมากกว่า 1 ชนิด ในบางตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในการพ่นมะเขือยาวที่ปลูกมากกว่า 1 ชนิด

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ prothiofos ในมะเขือยาว การทดลองที่ 1 และ 2

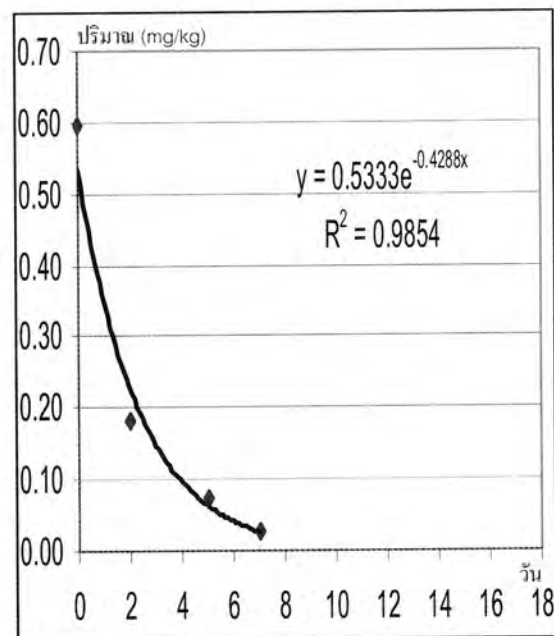
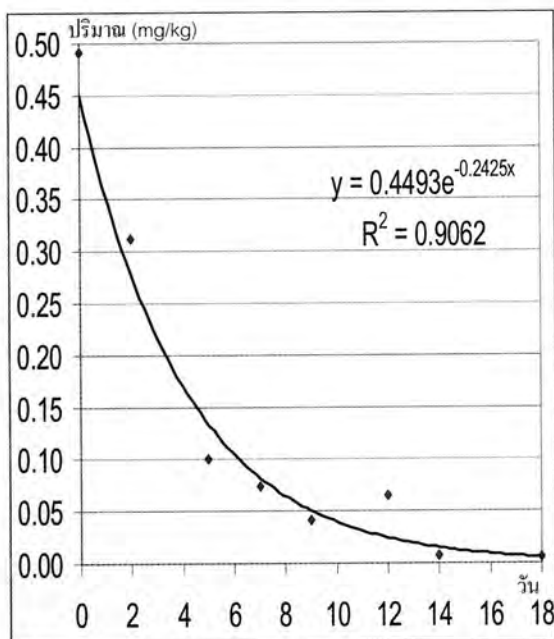
ระยะเวลา หลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาว (mg/kg)	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
0	0.49	0.59
2	0.31	0.18
5	0.10	0.07



ตารางที่ 1. (ต่อ) ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ prothiofos ในมะเขือยาว การทดลองที่ 1 และ 2

ระยะเวลา หลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาว (mg/kg)	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
7	0.07	0.03
9	0.04	ND
12	0.06	ND
14	0.01	ND
18	0.01	ND

หมายเหตุ Codex MRL ไม่กำหนดค่า prothiofos ในมะเขือยาว , PHI = 14 วัน



ภาพที่ 1. การทดลองครั้งที่ 1 การสลายตัวของ prothiofos ภาพที่ 2. การทดลองครั้งที่ 2 การสลายตัวของ prothiofos

ในมะเขือยาวที่ อ. สามพราน จ.นครปฐม

ในมะเขือยาว ที่ อ. สามพราน จ.นครปฐม

ตารางที่ 2. ชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในมะเขือยาว 41 ตัวอย่าง พ.ศ.2553

ชนิดของสารพิษ ตกค้าง	จำนวนตัวอย่าง		ปริมาณ (mg/kg)	ปริมาณ (mg/kg) / พืชที่ใช้เปรียบเทียบ
	ที่พบ	ที่เกิน Codex MRL		
cypermethrin	22	5	0.01 – 0.96	0.2 / eggplant
methidathion	2	1	0.08 – 0.31	0.1 / tomato
chlorpyrifos	7		0.01 – 0.02	0.5 / tomato, 2 / pepper sweet
ethion	7		0.01 – 0.29	ถอนค่า (Revoked)
omethoate	6		0.02 – 0.47	ไม่มีกำหนด
dimethoate	3		0.01 – 0.03	1 / pepper
EPN	3		0.06 – 0.10	ไม่มีกำหนด



ชนิดของสารพิษ ตกค้าง	จำนวนตัวอย่าง		ปริมาณ (mg/kg)	ปริมาณ (mg/kg) / พืชที่ใช้เปรียบเทียบ
	ที่พบ	ที่เกิน Codex MRL		
diazinon	3		0.01	0.5 / tomato
triazophos	2		0.06 – 0.34	ไม่มีกำหนด
dicrotophos	2		0.09 – 0.13	ไม่มีกำหนด
profenofos	2		0.12 – 0.13	2 / tomato
deltamethrin	2		0.01	0.3 / tomato
fenvalerate	1		0.07	0.5 / pepper sweet, 1 / tomato
L-cyhalothrin	1		0.01	ไม่มีกำหนด
prothiofos	1		0.01	ไม่มีกำหนด

ตารางที่ 3. ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย 2553

จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง		ปริมาณ (mg/kg)
	ที่ตรวจ	ที่พบ (%)	
นครปฐม	10	5	0.01 -0.13
ราชบุรี	9	7	0.01 – 0.30
สมุทรสาคร	7	6	0.01 – 0.96
สมุทรสงคราม	6	5	0.01 – 0.88
กาญจนบุรี	5	3	0.01 – 0.47
สุพรรณบุรี	4	3	0.02 – 0.34
รวม	41	29 (71)	0.01 – 0.63

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้ prothiofos ตามคำแนะนำของฉลากที่ระยะเวลา 14 วัน พบปริมาณสารพิษตกค้าง 0.01 mg/kg ซึ่ง Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL เพื่อให้ปลอดภัยต่อการส่งออก ควรมีระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่นานที่ 14 วัน หมายถึง หลังการพ่น prothiofos และไม่เก็บมะเขือยาวนั้นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ หากจำเป็นให้ใช้สารชนิดอื่นที่มีระยะเวลาปลอดภัยสั้น และเพื่อให้แน่นอนยิ่งขึ้นควรนำข้อมูลการทดลองอื่นมาพิจารณาด้วย เช่น รอดผลการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 เปรียบเทียบผลการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อกำหนดค่า Codex MRL, Asean MRL และ National MRL ต่อไป จากข้อมูลการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย พบ prothiofos ตกค้าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้ prothiofos ในมะเขือยาวและยังพบวัตถุพิษอื่นๆ รวม 15 ชนิด พบ cypermethrin เกิน Codex MRL 5 ตัวอย่าง และ methidathion 1 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้วัตถุพิษชนิดอื่นด้วยและไม่ใช้วัตถุพิษตามที่ฉลากกำหนดรวมถึงสารบางชนิด Codex



ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้ และการประกอบอาหารยังช่วยลดปริมาณสารพิษตกค้างได้เพิ่มขึ้น จากข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายไม่ตรงตามฉลากและสารพิษตกค้างชนิดต่างๆในมะเขือยาวสามารถนำไปวางแผนการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์การเกษตร รวมทั้งการใช้วัตถุอันตรายที่ถูกต้อง และในปี 2553 หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (EFSA) ได้เสนอมาตรการเสริมในการควบคุมการตรวจสอบสินค้านำเข้าที่ด่านร้อยละ 50 โดยเฉพาะมะเขือ ซึ่งอาจส่งผลต่อการส่งออกมะเขือยาวของไทยไปประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำผลการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 รวบรวมเพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 เพื่อกำหนดค่า Codex MRL, Asean MRL และ National MRL
2. ผลการทดลองการสำรวจสารพิษตกค้างจากแหล่งจำหน่ายนำเสนอกกรมวิชาการเกษตร เพื่อนำข้อมูลร่วมพิจารณากำหนดแนวทางในการแนะนำ การใช้วัตถุมีพิษในมะเขือยาวให้แก่เกษตรกรต่อไป
3. นำข้อมูลชนิดของสารพิษตกค้างที่พบแต่ไม่มีกำหนดในฉลาก นำเสนอกกรมวิชาการเกษตรเพื่อแนะนำการเลือกใช้วัตถุอันตรายของเกษตรกร และหาเครือข่ายการให้คำแนะนำการใช้ ที่ถูกต้องจากร้านจำหน่ายวัตถุอันตรายทางการเกษตร
4. นำเสนอกกรมวิชาการเกษตรเพื่อกำหนดแนวทางและทิศทางการใช้วัตถุอันตรายในอนาคต และกำหนดนโยบายด้านวัตถุอันตรายตั้งแต่การขึ้นทะเบียนถึงการใช้ของสารที่เป็นปัญหาต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

คลินิกพืช. <http://forecast.doae.go.th/web/eggplant.html>

British Crop Protection Council : BCPC, 2003. The e-Pesticide Manual (Thirteenth Edition 13) Version 3
DG SANCO, 2008. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index

FAO, 2002. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO and WHO, 2010. <http://www.codexalimentarius.net/mrls/> .

Greve, P.A. and Hogendoorm E.A., 1998. Analytical Method of Residues of Pesticide in Food Stuffs (fifth edition).Ministry of Welfare Health and Cultural Affairs, Natherlands,

Steinwandter H., 1985. Universal 5 min on line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius. Z.Anal. Chem. No.1155.

The Japan Food Chemical Research Foundation.

<http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html>

Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant>